中学生のための
化学実験講座 2008

ここにもそこにも化学の世界

主催　沼津工業高等専門学校　物質工学科・教養科
　　　日本化学会　東海支部
日時　2008年10月11日(土)，11月15日(土)，12月13日(土)
　　　9:30～12:00（受付は9:15より）
場所　沼津工業高等専門学校　物質工学科棟　４階学生実験室

実験を行う上での注意

- 机の上は整理、整頓しておく。
- 白衣と保護メガネを身につけて実験を行う。
- 事故やケガがあった場合、ささいなことでも指導者に報告する。
- 試薬は正しく使用する。持ち帰ってはいけない。
- 指示されていない操作を勝手に行ってはいけない。
- 実験後は、手を洗うこと。

★ 講師

小林美学（こばやし みがく）　　　専門：無機化学

　　メール　m.kobayashi@numazu-ct.ac.jp

古川一実（ふるかわ かずみ）　　　専門：植物育種学

　　メール　furukawa@numazu-ct.ac.jp

藁科知之（わらしな ともゆき）　　専門：分析化学

　　メール　wara@numazu-ct.ac.jp

鈴木猛（すずき たけし）　　　　　専門：化学実験

　　メール　tsuzuki@numazu-ct.ac.jp

★ 学生スタッフ（物質工学科の学生）

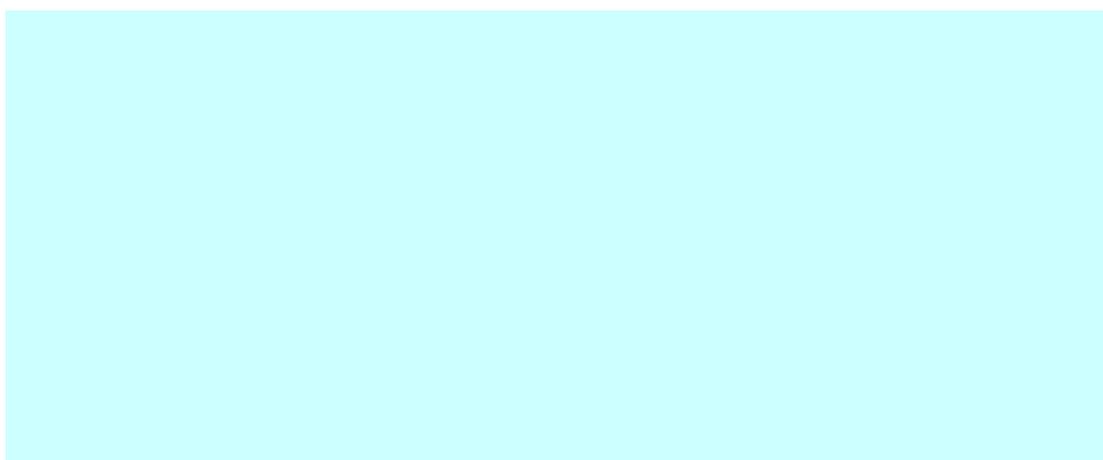
５年生　３名

４年生　２名

３年生　２名

２年生　１名

１年生　３名

★ 受講生（かっこ内は学年）

★ 日程（１０月１１日）

９：３０　開講式

開講のことば

スタッフ紹介

受講生自己紹介

日程説明

写真撮影

９：４５　実験「紙の上で起こる化学反応　～私たちの身の周りにあるものを使って～」

実験１　水性サインペンの色を分けてみよう

実験２　紙の種類によって色が変わる？！

実験３　白抜き文字を書いてみよう

実験４　変色する染め紙を作ってみよう

実験５　ブラックライトで光る絵や文字を描いてみよう

１１：４５ アンケート記入

１１：５０ 閉講式

閉講のことば

連絡

★ 日程（１１月１５日）

９：３０　開講式

開講のことば

スタッフから

受講生から

日程説明

写真撮影

９：４５　実験「高分子の世界　～つながる ひろがる 化学の世界～」

実験１　ペットボトルから糸をつくる

実験２　ナイロンを合成しよう！

実験３　電気を通すプラスチックをつくろう

１１：４５ アンケート記入

１１：５０ 閉講式

閉講のことば

連絡

紙の上で起こる化学反応
～私たちの身の周りにあるものを使って～

皆さんは、レモンやみかんの果汁を使って“あぶりだし”をしたことが今までにありますか？　紙にレモンやみかんの果汁で絵や文字を描いて乾かした後に、その紙を火にあぶってみると、その描いた部分が茶色に変色して絵や文字がくっきりと見えるようになります。（あぶりだしの原理には、火の熱によって果汁成分の糖が炭化するため、あるいは、果汁が染みた紙の部分が周りの紙の部分よりも水分が少ないために焦げやすいため、など諸説あります。）

そのほかに、紙の上で起こる反応として挙げられる一例として、リトマス試験紙や pH 試験紙があります。それらは、溶液の液性（酸性、中性、アルカリ性）によって、紙にしみこんでいる色素が変色します。

ここでは、私たちの身の周りにあるものを使って紙の上で起こるいろいろな反応を見てみましょう。

（本日の実験項目）
- 実験 1.　水性サインペンの色を分けてみよう
- 実験 2.　紙の種類によって色が変わる？！
- 実験 3.　白抜き文字を描いてみよう
- 実験 4.　変色する染め紙を作ってみよう
- 実験 5.　ブラックライトで光る絵や文字を描いてみよう

・今回使用する身の周りにあるもの

ろ紙（クロマトグラフィー用）
水性サインペン（耐水性でないもの）
清涼飲料水（ビタミン C 入り）
石けん水
洗濯用合成洗剤（蛍光増白剤入り）
ラミネートパウチフィルム（名刺サイズ）
画用紙
うがい薬（ヨウ素を含む）
ターメリック（うこん）
お酢
入浴剤（蛍光色素入り）
ドリンク剤（ビタミン B_2 入り）

・使用する実験器具、用具および機器

ビーカー、シャーレ、ピンセット、ミクロスパーテル、薬さじ、こまごめピペット、50 ml スクリュー管ビン、ブラックライト、はさみ、筆、紙タオル（新聞紙）、ラミネーター

⚠注意　ブラックライトの光（紫外線）はなるべく直接見ないこと

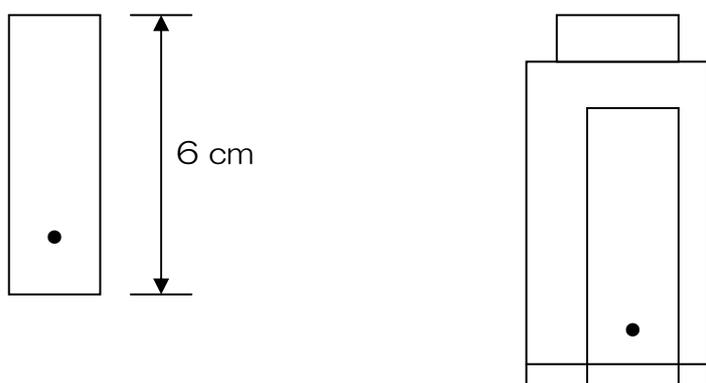
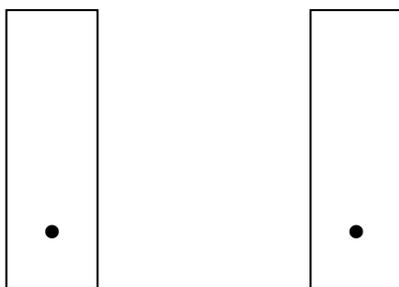
実験 1．水性サインペンの色を分けてみよう

1. ろ紙（クロマトグラフィー用、20 × 400 mm）を長さ約 6.5 cm 切り出す。

2. 図のように切り出したろ紙の下から約 1.5 cm のところに、水性サインペンで点をうつ。（点は、あまり大きくうたないこと（直径 1～2 mm くらいがよい））

3. 50 ml スクリュー管ビンに、高さ約 5 mm になるように水を入れる。

4. 図のように 50 ml スクリュー管ビンの中に、ろ紙をピンセットで挟んで入れ静かに水に浸す。その後、静かにふたを閉め静置して水が浸みて上がってくるのを待つ。
（待ち時間：5～10 分）
※待ち時間の間に、違うサインペンについて同じようにやってみよう！

5. 水がろ紙の上端から約 1 cm のところまで上がって来たら、ピンセットでろ紙を取り出し乾かす。

☞ろ紙の上の様子は？　簡単に様子を描いてみよう。違う種類のサインペンでは？

【原理と解説】

黒の水性サインペンは、種類によっては、いろいろな色のインクを混ぜて黒色に見えるようにしてあります。ここでは、ろ紙の中を移動する速さがインクの種類によって異なるので、それぞれの色が分かれます。いろいろなメーカーの水性サインペンについて同じように実験をしてみるとおもしろいでしょう。

実験 2．紙の種類によって色が変わる？！

1. うがい薬約 2 ml をこまごめピペットでビーカーに取り、水で約 20 ml に薄める。

2. 薄めた液を筆に含ませ、ろ紙に好きな文字あるいは絵を描いてみる。
   ☞ろ紙の上の文字（あるいは絵）の色は何色？

3. 今度は画用紙に、好きな文字あるいは絵を描いてみる。
   ☞画用紙の上の文字（あるいは絵）の色は何色？

☞なぜ、紙の種類（ろ紙 or 画用紙）によって色が異なるのだろうか？

【原理と解説】

画用紙の上で褐色のうがい薬が紫色に変色するのは、紙質の調整のために画用紙の中にデンプンが添加されているからです。褐色のうがい薬の中にはヨウ素が含まれているため、皆さんがよく知っているヨウ素－デンプン反応が起こり紫色となります。一方、ろ紙にはデンプンは含まれていないため、褐色のままになります.

実験３．白抜き文字を描いてみよう

1. 実験２で使用した液（うがい薬を薄めたもの）を全量シャーレに移す。

2. シャーレの中に適当な大きさに切った画用紙を浸す。

3. 画用紙に液を十分に浸した後、取り出して紙タオル（あるいは新聞紙）の間に挟んで水気を十分に吸い取る。
   ☞画用紙の色は何色？

4. 清涼飲料水（ビタミンＣ入り）を約 10 ml ビーカーに取り、液を筆に浸して画用紙の上に好きな文字あるいは絵を描いてみる。
   ☞画用紙の上の文字（あるいは絵）の部分はどうなる？

【原理と解説】

うがい薬の褐色はヨウ素（化学式で書くと I_2）の色です。この液をでんぷんを含む画用紙に浸すと画用紙はヨウ素－デンプン反応によって紫色に染まります。ここに、ビタミンＣ入りの液を塗ることによって、ヨウ素（I_2）はビタミンＣによって還元されてヨウ化物イオン（I^-）になります。ヨウ化物イオン（I^-）は無色であるため、文字や絵で描いた部分は脱色し白抜きになります。

清涼飲料水には抗酸化剤（ものを酸化しにくくする物質）が含まれていることが多く、その１つにビタミンＣがあり、別名アスコルビン酸とも呼ばれます。今度から注意して清涼飲料水のラベル部分を見てください。お茶とかの原材料名にはビタミンＣと書かれていますが、スポーツ飲料にはアスコルビン酸と書かれています。

この実験は、ビタミンＣ（あるいはアスコルビン酸）が含まれている飲料ならば、本日用いた清涼飲料水以外でも可能です。ただし、ビタミンＣの含まれている量によって、白くなりにくかったり、白くなるまでの時間が変わります。

実験４．変色する染め紙を作ってみよう　※溶液は２人で用意する

1. ターメリックをミクロスパーテルに軽く１杯ビーカーに取り、エタノール約 10 ml に溶かす。

2. この上澄み溶液を静かにシャーレに移し、ろ紙と画用紙にしみこませる。

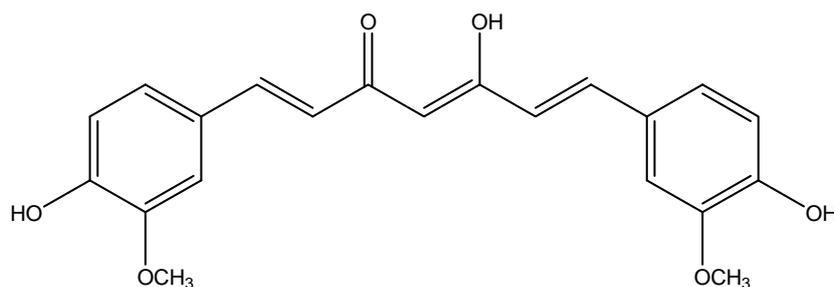
3. 紙を取り出し、紙タオル（あるいは新聞紙）の間に挟んで溶液を十分に吸い取る。

4. 石けん水約 10 ml と、お酢約 10 ml をそれぞれ別々のビーカーに用意する。

5. 乾かしたろ紙および画用紙の上に、石けん水あるいはお酢を筆に含ませ好きな文字あるいは絵を描く。
   ☞ろ紙あるいは画用紙の上の文字（あるいは絵）の部分はどうなる？

【原理と解説】

ターメリックの中に含まれるクルクミンという成分が黄色い色をしています。化学構造は次の通りです。

O
OH
HO
OH
OCH_3
OCH_3

クルクミン

この色素は、石けん水のようなアルカリ性の液に触れることで（あるいはアルカリ性の溶液中で）色素成分の構造が変化して赤色になります。

同様に、他のアルカリ性の液体を使って実験をしてみてもおもしろいかもしれません。また、異なる酸性の液体ではどのようになるのか調べてみるのもよいでしょう。

さらに高度な内容ですが、ターメリックの他に、例えば、アサガオの花やムラサキ芋、ブドウ、ブルーベリーなどから取った色素でも、どのようになるのか試してみてもおもしろいでしょう。

実験５．ブラックライトで光る絵や文字を描いてみよう　　※溶液は２人で用意する

1. 洗濯用合成洗剤および入浴剤（３種）を薬さじの小さな方でそれぞれ２杯（約１ g）ずつ別々のビーカーに取り、それぞれお湯約 20 ml に溶かす。

2. ドリンク剤（ビタミン B_2 入り）は、シャーレに約 10 ml 注ぎ入れそのまま使用する。

3. それぞれ用意した液を筆に含ませ、ろ紙の上に好きな文字あるいは絵を描いてみる。

4. 描いた文字あるいは絵が乾いたら、部屋を暗くするか、部屋の暗いところへ移動し、ブラックライトを点灯し、光を当ててみる。
☞ろ紙の上の文字（あるいは絵）の部分はどう見える？

（“光る”しおりの作成）

1. 名刺サイズのラミネートパウチフィルムを１人一枚用意する。

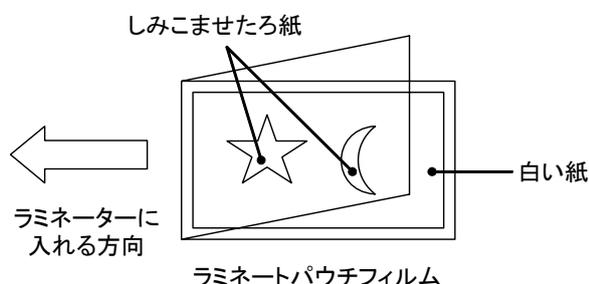
2. ラミネートパウチフィルムの中に入る大きさにいろいろな形にろ紙を切る。

3. 上記のいろいろな溶液に、いろいろな形に切ったろ紙を浸す。

4. ピンセットでろ紙を引き上げ、紙タオル（あるいは新聞紙）の上で乾かす。

5. フィルムより少し小さめに切った白いろ紙をフィルムにはさむ。

6. 白いろ紙の上に、着色したろ紙をはさみこむ。
（白いろ紙の上に直接筆で何か文字や絵を書いてもよい）

7. ラミネーターでラミネート加工する。

【原理と解説】

洗濯用合成洗剤や入浴剤、あるいはドリンク剤などには蛍光物質が入っています。蛍光物質にはいろいろなものがあり、その多くはブラックライトなどの紫外線を当てると、青白く光ったり黄色く光ったり赤く光ったりします。

なお、ブラックライトはホームセンターなどで入手することができます。

本資料は、「現代化学 2008 年 5 月号、新・楽しい化学の実験室(10)　田中義靖著、紙の上で起きる化学変化を体感しよう」を参考に作成しました。

（付録）pH 試験紙の使い方～取扱説明書より引用～

アドバンテック pH 試験紙は持ち運びに便利であり、すばやく簡単にいろいろの液の pH 測定が行なえるため永年各方面でご利用いただいております。この説明書をご熟読の上正しくお使い下さい。

〔使用法〕

1. 試験紙を静かに検水に浸し、ただちに引き上げます。
2. 試験紙を軽くふって余分についている検水をのぞきます。
3. 検水がついてぬれている部分の色を出来るだけ早く標準変色表と比較します。
4. 比較・判定は明るい場所でおこなって下さい。

〔特殊な検水の場合〕

1. 検水が着色している場合で緩衝性が充分なら、着色が邪魔にならないまでうすめて用います。
2. 検水がにごったり、沈澱物を含んでいる場合には検水を試験紙の片面だけに付け、裏側の変色を標準変色表と比較します。
3. しめっている固体や粘度のある液体の場合は、試験紙を直接そのものに触れさせ、その変色を標準変色表と比較します。
4. 緩衝性の少ない検水の場合は、その pH をあらかじめ硝子電極 pH 計で測り、その時の pH 試験紙の測定値を比較、較正しておけば試験紙で実際上の pH を測ることが可能です。

〔注　意〕

1. 試験紙を検水に長くつけておきますと色素がとけ出して、正しい結果が得られません。
2. 試験紙を検水から引き上げてから長く置きますと、水分が蒸発したり、試験紙の上部ににじみ正しい結果を示しません。
3. 緩衝性の少ない検水の場合、例えば蒸溜水、水道水、海水、河川水及び 0.01％以下の塩酸や苛性ソーダだけを含む水溶液には使えません。
   この場合は〔特殊な検水の場合〕の４にもとづき行ないます。
4. 試験室内で揮発性物質（酸・アルカリ）を取り扱っていますと、それが判定に影響を示すことがあります。
5. 検水に酸化剤、還元剤が多く含まれている場合は、色素が分解して脱色され正しい結果を示しません。
6. 高温度の検水では試験紙からの色素の溶出がおこるので、検水を室温にして使用して下さい。
7. 試験紙は保管中の雰囲気で外観が変る場合がありますが、実際の使用には影響致しません。

高分子の世界 つながるひろがる化学の世界

化学は物質を創る学問です。化学の力を利用すると、これまで世の中に存在していなかった物質も創ることができます。合成繊維や合成樹脂（プラスチック）はその代表的な例で、これらの物質は天然には存在しません。しかし原料を組み合わせてこれらの物質を人工的に作ることによって、人類は安価で丈夫で着色しやすい材料（人工繊維）や、軽くて丈夫で加工しやすい材料（人工樹脂）を手に入れることができました。

ここでは合成繊維や合成樹脂をテーマに実験を行い、これらの物質を作っている高分子について学びましょう。

実験 1 ペットボトルから糸をつくる （高分子とは何か？）

[はじめに]

PET 樹脂は、飲料容器などに広く使われている合成樹脂（プラスチック）です。この PET 樹脂を長く伸ばして糸状にすることで、合成樹脂が細長い分子からできていることをイメージしてみましょう。

図 1 ペットボトル

[操作]

1. ペットボトルを適当な大きさに切った試料（PET 樹脂）を用意してある。
2. 試料の端を手に持ち、反対側の先端をガスバーナーの炎に近づける。
3. 先端の一部が溶けてきたら、炎から外し、軟らかくなった部分をピンセットでつまみ、引っ張って糸にする。

[解説]

1. PET 樹脂が糸になる理由

PET 樹脂が糸状に長くなるのは、PET 樹脂が長く細長い分子でできているからです。通常の PET 樹脂は、細長い形の分子が折れ曲がったり折りたたんだりして板状になっています。しかし加熱するとこれらの分子が動けるようになるので、熱した PET 樹脂の一端をピンセットで伸ばすと、折れ曲がったり折りたたんだりしていた分子が伸びて糸状になります(図 2)。

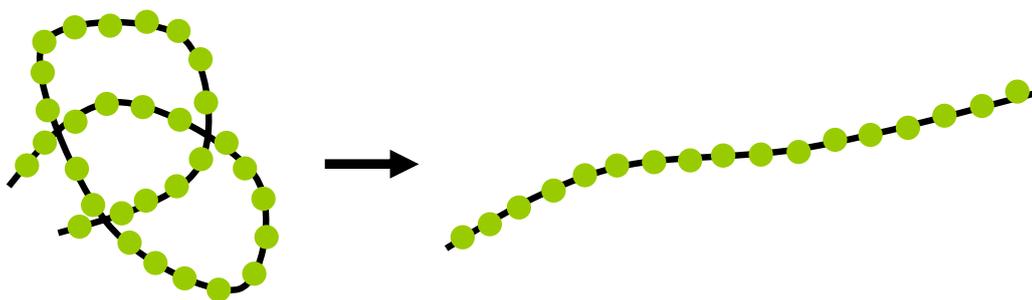



図２　PET 樹脂が糸状になる理由（イメージ）

２. 細長い分子の正体

では、PET 樹脂の細長い分子の正体は何でしょう。図２に PET 樹脂の分子を示します。炭素原子(C)や水素原子(H)，酸素原子(O)がつながり、横に長い形をしています。しかし、この分子の右側にも左側にも原子とつながっていない線があります。実は図３に示した分子は PET 樹脂の分子の一部で、実際にはこれがいくつもつながったものが PET 樹脂の分子です。図３に示した構造を A とすると、A-A-A-A-A-A-A-A-A-A-A-A-A-A-A-A-A-A-A-A…と、A が数千から数万個つながったものが PET 樹脂の正体です。このように、非常に大きな分子からなっている化合物[1]を高分子と言います。

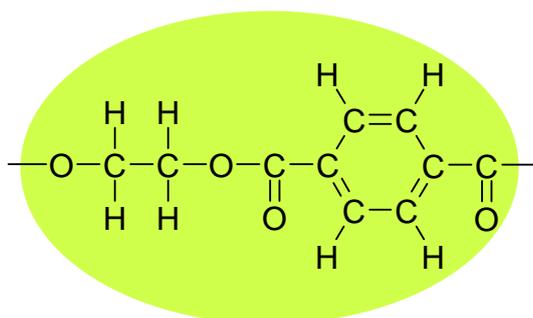



図３　PET 樹脂の分子（一単位）

[1] 鉄は鉄原子のみからできていますが、PET 樹脂は炭素原子、水素原子、酸素原子の３種類の原子からできています。鉄のように一種類の原子のみからできている物質を**単体**、PET 樹脂のように二種類以上の原子からできている物質を**化合物**と言います。

実験 2 ナイロンを合成しよう！　(高分子の合成)

[はじめに]

ナイロンは 1935 年にアメリカで発明された人工繊維です。「石炭と水と空気から作られ、鋼鉄より強く、クモの糸より細い」というのが当時のキャッチフレーズで、女性のストッキングに使われました。現在は、カッパやウインドブレーカー、スキーウェアなど冬用のスポーツウエアなどの衣類に用いられるほか、水着などにも使用されます。このナイロンを合成してみましょう。

[操作]

A. ヘキサメチレンジアミンのアルカリ水溶液（A 液）の作成

1. 水酸化ナトリウム 約 1.4 g を、以下の手順ではかりとる。
   (1) 電子天秤の上に、秤量皿をのせる。
   (2) RE-ZERO ボタンを押して、表示を 0g にする。
   (3) 水酸化ナトリウムの小瓶から薬さじで少量の水酸化ナトリウムをとりだし、秤量皿の上にのせる。電子天秤に表示される値を見ながら、少しずつ水酸化ナトリウムを加えていく。
2. 「A」と書かれている 50mL ビーカー（ビーカーA）にヘキサメチレンジアミン水溶液 30 mL が用意されている。
3. ビーカーA に 1.ではかりとった水酸化ナトリウムを入れ、ガラス棒でかき混ぜながら、水酸化ナトリウムを溶かす。

必ず保護めがねを着用すること！

B. アビピン酸ジクロリド溶液の作成（B 液）の作成

4. 「B」と書かれている 200mL または 300mL ビーカー（ビーカーB）

に、シクロヘキサンが 30 mL 用意されている。

5. アジピン酸ジクロリド（別名：二塩化アジポイル） 1 mL をビーカーB に加え、ガラス棒でかき混ぜる。

C. ナイロンの合成と巻き取り

6. ビーカーB にビーカーA の溶液を、ガラス棒に伝わらせながら、ゆっくり、静かに、二層になるように加える。すると、二層の間に膜ができる。
7. 巻き取り器をスタンドにとりつける。
8. 二層の間にできた膜の中央をピンセットではさんで引き上げ、切れないように注意しながら、ナイロン糸のすみを巻き付け器につけて、ゆっくり巻き取る。

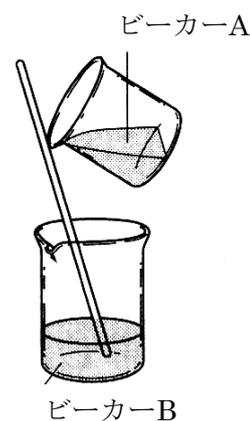



図４ 操作６

D. ナイロンの洗浄と乾燥

9. ナイロン糸を巻き取り器から外す。手で扱う場合は保護手袋を使用する。
10. ざるとボールを用いて、ナイロン糸を流水でよく洗う。
11. ペーパータオルでナイロン糸の水分をよく吸い取った後、ろ紙にのせ、乾燥器で乾燥させる。ろ紙には名前を書いておく。

[解説]

1. ナイロンができる理由

ナイロンの合成に用いた試料を表１に示します。合成には４種類の試薬が使われていますが、ナイロンの原料として使われているのは、ヘキサメチレンジアミンとアジピン酸ジクロリドの２つです。図５と図６にその構造を示します。図５のヘキサメチレンジアミンの赤で囲った部分と、図６のアジピン酸ジクロリドの青で囲った部分が互いに繋がって、横に長い分子を作っていきます。そのようすを簡単に示したものが図７です。

表１　ナイロンの合成に用いた試薬とその働き

	試薬名	働き
Ａ液	ヘキサメチレンジアミン	ナイロンの原料
	水酸化ナトリウム	溶液をアルカリ性にする
Ｂ液	アジピン酸ジクロリド	ナイロンの原料
	シクロヘキサン	水溶液と二層をつくる

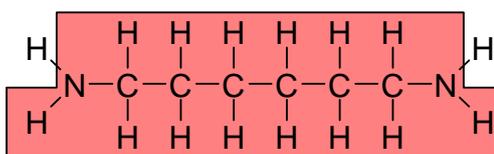



図５ ヘキサメチレンジアミンの構造

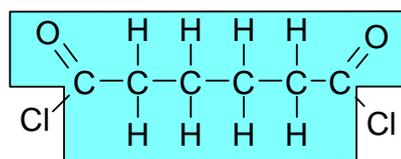



図６ アジピン酸ジクロリドの構造

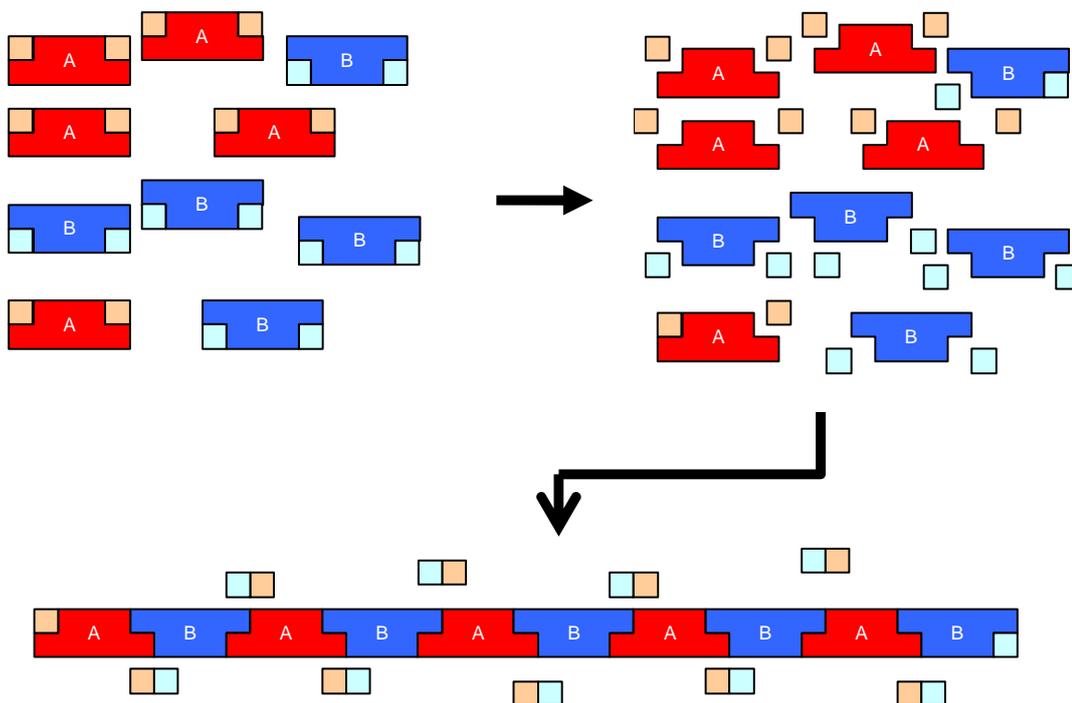



図７ ナイロンができるようす（イメージ）

2. ナイロンが発明された背景

ナイロンは、1935 年にアメリカのウォーレス・カロザース(図 8)が合成ゴムの研究をしている中で発明しました。当時は第二次世界大戦の直前。天然ゴムの産地である東南アジア一帯を日本軍が占領した事に対する危機感から、アメリカ軍がカロザースの勤めていた会社（デュポン社）に合成ゴムの開発を依頼しました。実際、合成ゴムの開発は成功し、第二次世界大戦が始まっても、アメリカ軍はジープなどの軍用車のタイヤに困ることはありませんでした。

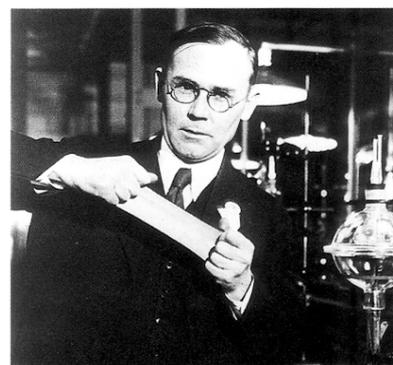



図 8 ナイロンを合成したウォーレス・カロザース

この合成ゴムの開発の中でカロザースは、原子の鎖を思いきり伸ばしてみることに注目しました。すると偶然にも絹のような人工繊維ができ、これがナイロンのもととなりました。

3. ナイロンが果たした役割

絹より丈夫で薄いナイロンは女性用ストッキングに使われ、爆発的なヒット商品になりました[2]。ナイロンが女性のファッションを変えたとまで言われました。

しかしナイロンが果たした役割はそれだけではありません。当時安価だった石油（石油から作られた試薬）からナイロンが合成できたことにより、同様の試みが多くの化学者によってなされるようになり、アクリル繊維、ポリエステル繊維など数多くの合成繊維が発明されるようになりました。

今日、私たちの身の周りには、食器に使われるポリプロピレン、飲料容器に使われるポリエチレンテレフタラート（ＰＥＴ）、袋に使われるポリエチレンなど、様々な合成繊維や合成樹脂があふれていますが、ナイロンはその出発点とも言えます。

現在ナイロンはストッキングの他、主に合羽やウインドブレーカー、スキーウェア(図 9)など冬用のスポーツウエアなどの衣類に用いられるほか、水着などにも用いられています。

図 9 ナイロンの顕微鏡写真と製品

[2] 当時は絹よりも高価だったのですが、それでも爆発的に売れました。またこの影響を受けて、絹糸を輸出していた日本は大きな打撃を受けました。

実験３ 電気を通すプラスチックを作ろう　(性質の変化)

[はじめに]

2000 年に白川博士(図 9)が、導電性プラスチック（電気を通すプラスチック）でノーベル化学賞を受賞しました。プラスチックは電気を通さない物質ですが、中には少しだけ電気を通すプラスチックがあります。そのようなプラスチックにある工夫をすることで電気をよく通すことができるようになります。

ここでは導電性プラスチックの仲間であるポリアニリンを合成し、電気が通ることを確認しましょう。

図 10 ノーベル化学賞を受賞した白川博士

[操作]

A. 装置の組み立て

1. 塩酸が 18 mL 入っている 50mL ビーカーを用意してある。この溶液にアニリン約２mL を加え、ガラス棒でよく混ぜる。
2. みの虫グリップと豆グリップを利用して、白金電極を組み立てる
3. 電極と電源をつなげる。

B. 電気をとおすプラスチックの合成

1. ３V の電流を数分流す。流している間、電極の様子を観察する。電池の正極につないだ電極の表面に青色の膜が生じ、負極につないだ電極のまわりからは、水素が発生する。
2. 青色の膜が生じた白金電極を取り出し、流水で洗い流した後、表面の水分をペーバータオルでふき取る。
3. テスターを用いて、電気が通ることを確認する。

[解説]

1 導電性プラスチックは何がすごいのか？

銅や銀、金など金属は、電気をよく通します。ですから電線や電池の極板には金属がよく使われます。一方プラスチックは通常、電気を通しませんが、金

属に比べて軽く、薄く透明にすることも可能です。このプラスチックに電気を通す性質を加えることにより、軽さが必要な携帯電話の電池や、透明性が必要なタッチパネルなどに導電性プラスチックは使われています(図 11)。

図 11 導電性プラスチックの使用例

2 どうやって電気を通すプラスチックをつくるのか？

電気は電子の流れです。物質に電子がながれるには、電子の通り道にすき間が必要です。例えばぎゅうぎゅうですき間のない満員電車の中を通り抜けることは難しいですが、すこしでもすき間があれば、そのすき間を利用して通り抜けることはできますね。そしてすき間が多ければ多いほど、楽に通り抜けることができます。プラスチックにも同じような事が言えます。

多くのプラスチックは電子が詰まっているため、電子が動けない状態になっていますが、中には少しだけ電子が動くことができるプラスチックがあります。このようなプラスチックに、電子を引きつける力が強い物質を加えて、電子の通り道にすき間を作ってあげると、電気をよく通すようになります。

白川博士の発明した伝導性プラスチックは、ポリアセチレンというプラスチックに、電子を引きつける力が強いヨウ素を加えて、電気をとおりやすくしたものです(図 12)。今回合成したポリアニリンは塩酸(HCl)中で合成したため、ヨウ素と同じように電子を引きつける力が強い塩素(Cl)が入っており、この塩素が電気の通り道にすき間を作る働きをしています。

電子が一杯だと身動きができない

ヨウ素が電子を引きつけるとすき間ができて、電気が通りやすくなる

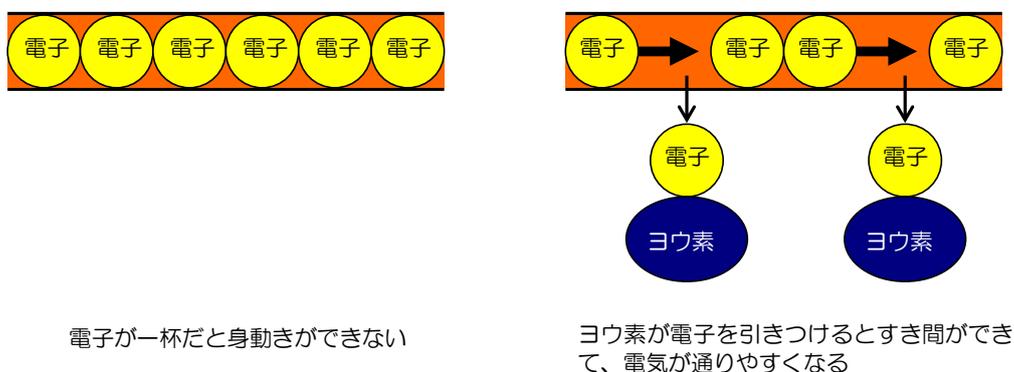



図 12 導電性プラスチックが電気を通す理由

[参考文献]

- 日本化学会近畿支部編, もっと化学を楽しくする５分間, 化学同人, 1989.
- ボクにも分かる科学大事典, http://www1.e-science.co.jp/shirakawa/

参考：実験で扱った化合物

・PET(ポリエチレンテレフタラート)

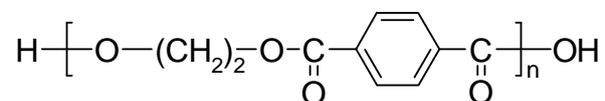
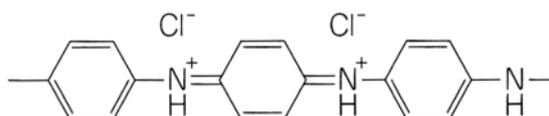
$$H-\!\left[O-(CH_2)_2-O-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-C_6H_4-\underset{\underset{O}{\|}}{C}\right]_n-OH$$

・ナイロン66

$HO[-CO-(CH_2)_4-CO-NH-(CH_2)_6-NH-]_nH$

・伝導性ポリアニリン

Cl^-　Cl^-

$-C_6H_4-\overset{+}{N}H=C_6H_4=\overset{+}{N}H-C_6H_4-NH-$

植物の中の色素　野菜の色ってどうなっているの？

はじめに

身の回りには、いろいろな色のついた野菜があります。
自然の中で生きている植物はいろいろな色を持っています。
野菜の「緑色」は「光合成」の働きを持っています。
それらの色は一色なのでしょうか？
どのような成分があるのでしょうか？
最近、野菜の色はただの色ではなく、
いろいろな栄養としての働きがわかるようになってきました。
（カロテン・ポリフェノールという言葉を聞いたことありますか？）
今日の実験では・・・野菜の色を取り出してみよう。

本日の実験の安全上の注意事項

- やけど　（熱いものを使うことがあります。）
- ひじがあたること　（薬品をこぼしてしまわないように注意しましょう。）
- 気分が悪くなったらすぐに言うこと。（安全対策はとってありますが、念のため）

実験の前に・・・Quiz！

野菜の「緑色」について、以下のどのようなことが当てはまるか
予想してみましょう。

ア.　緑色は一色だけでできている
イ.　いろいろな緑色が混ざっている　（だとしたら何色？）
ウ.　緑色だけでなく黄色も混ざっている
エ.　緑色だけでなくオレンジ色も混ざっている
オ.　脂に溶けやすい
カ.　水に溶けやすい

予想：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

実験１　カロテンの分離

脂に溶けやすい色素の抽出をしてみよう。また、どのような性質があるか？

１．にんじんをすりおろす
２．浸る程度まで水を注ぎ、中火で 20 分かき混ぜながら煮込む
３．サラダオイルを３倍程度加え、さらに 10 分煮込む
４．火をとめておく。　（一晩置くと良い）
５．布でこす
６．脂の層と水の層に分離
７．脂の層を取り出す
８．ブラックライトを当てる

カロテンは脂に溶けやすい（脂溶性）物質
紫外線を当てると蛍光色を発する。

※ この実験の出典：ガリレオ工房の科学あそび　part２ 実教出版

実験２　野菜からの緑色色素の抽出と分離

野菜の色を取り出してみよう。野菜の緑って一色なの？

材料：　緑色の濃い野菜
・ ほうれん草、シソなど

手順：

抽出

１．　野菜の葉３枚を約１ｃｍ角にはさみで刻む(なるべく小さく)

２．　抽出溶液（石油エーテル：アセトン＝3：1）13ml　　を平底試験管へ入れる
３．　３に２を入れ、しっかりと浸す。ときどきガラス棒で攪拌　※葉の色がなくなるまで
４．　４をふたつきの容器に移し、水を 10ml 加える。攪拌、放置し二層に分離するのを待つ。
５．　こま込めピペットで上層を他の容器に移す。
６．　５に再び水を 10ml 加え、攪拌、放置。
７．　上層をこま込めピペットでμチューブへ移し、クロマトへ

※　分離が悪いときには、「塩（塩化ナトリウム）」を少量入れてみる。
　　きれいに２つの分かれます。

ペーパークロマトグラフィ　　**紙の上で、色素を分離させよう。**

・展開溶媒：石油ベンジン：石油エーテル：アセトン　＝　４：１：１（v/v/v）

８．　ビニル手袋をして操作（手の脂がつかないように）

９．　展開溶媒を展開層（あるいは試験管）に入れておき、その水面より上に鉛筆でしるし。

１０．　しるしの上に、サンプルをスポットする。（黄色が薄いので多めに）

薄層クロマトグラフィ（TLC）　**紙ではないものも使ってみよう。**

・展開溶媒：　石油エーテル：イソプロパノール：水　＝　100：5：0.25(v/v/v)

１１．　ビニル手袋をして操作（手の脂がつかないように）

１２．　展開溶媒を展開層（あるいは試験管）に入れておき、その水面より上に鉛筆でしるし。

１３．　しるしの上に、サンプルをスポットする。（黄色が薄いので多めに）

-+-+-+-+-+-+-+-+-+--+-+- **実験の原理** +-+-+-+-+--+-+-+-+-+-+-+

クロマトグラフィ・・・混ざった物質を分離することができる。

今回のクロマトグラフィ・・・

物質には、それぞれの性質で溶媒に溶けやすいものと溶けにくいものがある。
溶媒に溶けやすいものほど、はやく遠くへ移動する。(溶けにくいものほど遅い)

例)黒いインクも薄層クロマトグラフィーにより
以下のように、まざっているインクがあることがわかります。
クロマトグラフィの技術は、いろいろな物質を調べる際に使われます。

写真:Wikipedia より引用

おまけ実習　今日の実験の記念に

・・葉っぱをはりつけたクリスマスキャンドルを作ろう

- 100 円均一のろうそく
- ユキヒラなべ
- 割り箸
- 瓶に貼り付ける葉っぱ(クローバーやペラルゴニウムなど)
- ガラス瓶
- ホットプレート
- 100 円均一のアロマオイル

準備

なべにろうそくを割りいれ、ホットプレートで温めて溶かしておく。
その際に、「芯」を回収しておく。

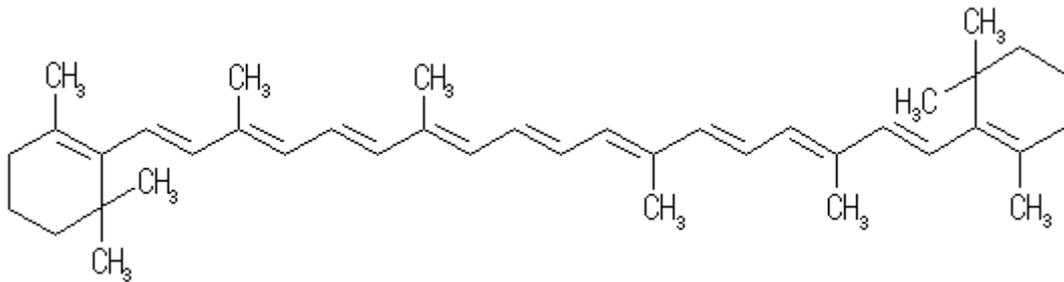
作り方

1. ガラス瓶の側面に葉っぱを貼り付ける
2. 好きな色のクレヨンを少量、割り箸で削りいれる。
3. 芯の糸を割り箸で挟み、ガラス瓶の真ん中に来るように垂らす。
4. 好きなアロマオイルを選び、溶けた蝋を流し込むときに、数滴振り入れる
5. さめて固まったら出来上がり。(火の取り扱いには注意すること。)

参考

カロテンはこんな形(構造)

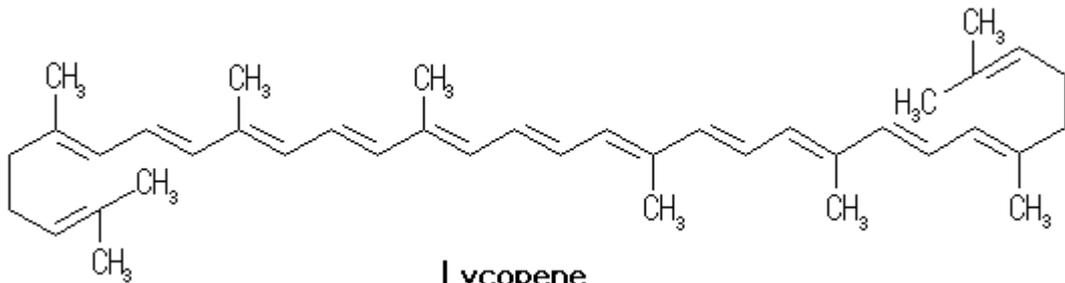
これから、ビタミンAがふたつつくられます。

ビタミンAは目で働くビタミンです。目が見えるのはこれがあるおかげです。

β-Carotene

トマトの「赤」は・・・

カロテンに、形がよくにています。

「リコピン」という成分です。

性質も同じような性質を示します。

Lycopene

野菜に含まれる色素の成分については、沼津高専物質工学科で学べます。

来年は・・・紫の色素や赤い色素・おかしに含まれている色素を取り出す実験を考えています。

（予定）